

**JP5260267**

Patent number: JP5260267

Publication date: 1993-10-08

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: G01J1/42; G01J1/44; G01J5/48; H04N1/04; G01J1/42;  
G01J1/44; G01J5/48; H04N1/04; (IPC1-7): H04N1/04;  
G01J1/42; G01J1/44; G01J5/48

- european:

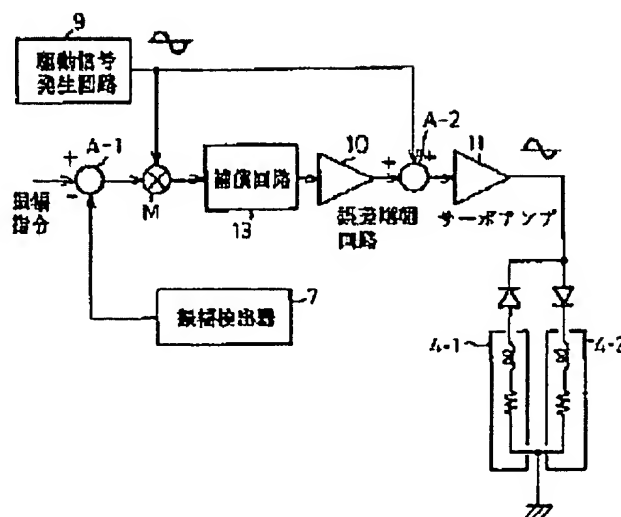
Application number: JP19920058044 19920316

Priority number(s): JP19920058044 19920316

Report a data error here

**Abstract of JP5260267**

**PURPOSE:** To provide a resonance type scanner drive control circuit which can increase the loop gain of only a low frequency area of a scanner control system and also can suppress the amplitude fluctuation of the scanner caused by the changes of the temperature and the attitude to prevent the complication of the system and to prevent the increase of the cost. **CONSTITUTION:** A drive control circuit consists of a drive signal generating circuit 9 which produces the sine wave drive signal and supplies this signal to an actuator 4 via a servo amplifier 11, an amplitude sensor 7 which detects the angle of deviation of a scanner mirror 3-1, a multiplier M which multiplies the result of addition/subtraction carried out between the detection signal of the sensor 7 and an amplitude command by the drive signal, an error amplifier circuit 10 which amplifies the result of the multiplier M, and an adder A-2 which adds the result of the circuit 10 to the drive circuit. Then a compensating circuit 13 is added between the multiplier M and the circuit 10 or the adder A-2 to compensate the gain characteristic of the low frequency.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-260267

(43) 公開日 平成5年(1993)10月8日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/04	1 0 4 Z	7251-5C		
G 0 1 J 1/42	B	8117-2G		
1/44	Z	8117-2G		
5/48	F	8909-2G		

審査請求 未請求 請求項の数4(全9頁)

(21) 出願番号 特願平4-58044

(22) 出願日 平成4年(1992)3月16日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 内田 澄広

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外3名)

(54) 【発明の名称】 スキャナミラー駆動用アクチュエータの駆動制御回路

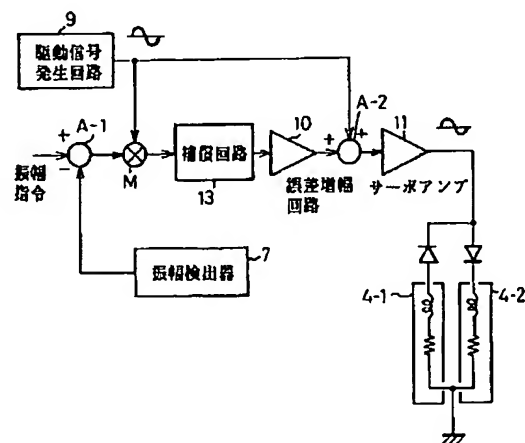
(57) 【要約】

【目的】 本発明は共振型スキャナの駆動制御回路に関し、スキャナ制御システムの低周波数領域のみループゲインを増大させ、温度変化及び姿勢変化に伴うスキャナの振幅変動を抑制することができ、その結果システムの複雑化を防止し、コストアップをまねくことのない駆動制御回路を提供することにある。

【要約】

アクチュエータ4にサーボアンプ11を経て供給する正弦波駆動信号を発生する駆動信号発生回路9と、スキャナミラー3-1の振角を検知する振幅検知器7と、振幅検知器の検出信号と振幅指令とを加減算した結果と該駆動信号を乗算する乗算器Mと、乗算器の結果を増幅する誤差増幅回路10と、誤差増幅回路の結果と該駆動信号とを加算する加算器A-2とを備えた駆動制御回路において、乗算器と誤差増幅回路又は加算器との間に低周波数におけるゲイン特性を補償する補償回路13を設けて構成する。

本発明の原理構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 赤外線影像装置の共振型スキャナにおけるスキャナミラー駆動用アクチュエータの駆動制御回路であって、

該アクチュエータ(4)にサーボアンプ(11)を経て供給する正弦波駆動信号を発生する駆動信号発生回路(9)と、

該スキャナミラー(3-1)の振角を検知する振幅検知器(7)と、

該振幅検知器の検出信号と振幅指令とを加減算した結果と該駆動信号を乗算する乗算器(M)と、

該乗算器の結果を増幅する誤差増幅回路(10)と、

該誤差増幅回路の結果と該駆動信号とを加算する加算器(A-2)とを備えたスキャナミラー駆動用アクチュエータの駆動制御回路において、

該乗算器と該誤差増幅回路との間に低周波数におけるゲイン特性を補償する補償回路(13)を設けたことを特徴とするスキャナミラー駆動用アクチュエータの駆動制御回路。

【請求項2】 赤外線影像装置の共振型スキャナにおけるスキャナミラー駆動用アクチュエータの駆動制御回路であって、

該アクチュエータ(4)にサーボアンプ(11)を経て供給する正弦波駆動信号を発生する駆動信号発生回路(9)と、

該スキャナミラー(3-1)の振角を検知する振幅検知器(7)と、

該振幅検知器の検出信号と振幅指令とを加減算した結果と該駆動信号を乗算する乗算器(M)と、

該乗算器の結果を増幅する誤差増幅回路(10)と、

該誤差増幅回路の結果と該駆動信号とを加算する加算器(A-2)とを備えたスキャナミラー駆動用アクチュエータの駆動制御回路において、

該乗算器と該加算器との間に低周波数におけるゲイン特性を補償する補償回路(13)を設けたことを特徴とするスキャナミラー駆動用アクチュエータの駆動制御回路。

【請求項3】 該補償回路は、第1の抵抗( $R_1$ )と第2の抵抗( $R_2$ )と容量(C)の3つを直列に接続し、該第1の抵抗と該容量との間に入力側を接続し、該第1及び第2の抵抗の共通接続点(P)と該容量との間に出力側を接続した構成とする請求項1に記載の駆動制御回路。

【請求項4】 該補償回路は、オペアンプ(OP)を備え、該オペアンプの一方の入力側に抵抗を介して入力側を接続し、該オペアンプの出力側と該入力側を抵抗及び容量により帰還接続した構成とする請求項2に記載の駆動制御回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は赤外線影像装置に使用す

る共振型スキャナの駆動制御回路に関し、特に、振幅制御手段に補償回路を付加し、低周波数において外乱に対するループゲインを上げることにより振幅制御の精度を向上させ、周囲温度の変化及び緩慢な姿勢変化によるスキャナの振幅変動を抑止するようにした共振型スキャナの駆動制御回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 図7は赤外線検知器の素子配列の説明図である。赤外線影像装置に用いる検知器の多くは単素子又は図示の如くりニアアレイ素子1-1~1-nで構成される。1つの素子のサイズは約50 $\mu$ mであり、素子間も約50 $\mu$ m間隔で配列されりニアアレイ素子を構成している。後述するように、スキャナ内のスキャナミラーによりりニアアレイ素子を垂直方向(V)及び水平方向(H)に走査して2次元影像を得る。

【0003】 図8は赤外線影像装置の要部構成図である。図示のように、背景物体OBからの赤外線エネルギーは第1の赤外線レンズ2-1により収集され、第2の赤外線レンズ2-2により平行にされ、スキャナ3内のスキャナミラー3-1により反射され、第3の赤外線レンズ2-3により収束されて赤外線検知器1-1~1-nで検知される。

【0004】 図9は図8に示すスキャナの詳細図であり、共振型スキャナの例である。4はアクチュエータ、5-1及び5-2は軸受、6は振りバネである。アクチュエータ4はモータ、ソレノイド等であり、振りバネ6は例えばトーションバー、フレキシブルピボット等である。スキャナミラー3-1は振りバネ6に固定され、振りバネ6は軸受5-1及び5-2により回転(振幅)自在に指示されている。振りバネ6に先端にはアクチュエータ4と磁気的に結合されたロータ6-1が設けられ、アクチュエータ4に加えられる電流の変化により振幅し、これにより振るバネ6が振幅し、スキャナミラー3-1も振幅するようになっている。そして、振りバネ6は一定のバネ定数と質量で決まる固有振動数を有し、この固有振動数に対応して外部から正弦波の振動を与えれば、振りバネ6は共振を生じる。従って、この固有振動数に合わせて外部振動を加えれば少ない外部駆動力でスキャナ機構に共振を起こさせることができ、スキャナミラーを振幅させることができる。なお、スキャナミラーの振幅の範囲は背景物体に対する視野で規定されている。

【0005】 図10は図9に示すスキャナミラーの振幅制御のブロック図である。スキャナミラー3-1の振幅の制御は、振幅検知器7によりミラーの振角(最大振角)情報を検出し、検出信号をアクチュエータ4にフィードバックすることにより行われる。振幅検知器7の検出信号は最大振角を示し、加減算器A-1により振幅指令と加減算され、駆動信号発生源9からの正弦波の駆動信号との間で乗算器Mにより乗算され、さらに、これら

3

が加算器A-2により加算され、サーボアンプ11により増幅後アクチュエータ4にフィードバックされる。なお、駆動信号発生回路はミラーの最低限の振角を確保する駆動信号を発生しており、さらに、振幅検知器7により検知された外乱との影響も加味してアクチュエータ4にフィードバックする。

【0006】図11はスキャナミラーのメカ共振特性の説明図である。縦軸は共振度であり、横軸は駆動信号発生回路からアクチュエータ4に加えられる加振周波数である。縦軸はミラーの駆動力を意味し、所定の駆動周波数によりメカ共振点が最大となるところは、スキャナミラーに対して最大の駆動力となる。ところで、共振型スキャナは下記の要因によりミラーの振幅が変動する。

【0007】①振りバネ6のバネ定数の温度変化に伴い、これを支持しているメカ系の共振周波数も変化し、共振点のズレによりミラー駆動力が変化する。即ち、図示の実線の共振点 $Q_{11}$ に対して温度変化により点線の共振点 $Q_1$ に変化し、縦軸から明かなように、ミラー駆動力が低下する。

②図9に示す如く、振りバネ6は軸受5-1及び5-2により支持されているが、この軸受の粘度が温度により変化することによりミラー駆動力が変化する。

【0008】③スキャナの姿勢が変化することにより、ミラー共振機構のアンバランス・モーメントも変化し、これによる駆動力が変化する。

上述のようにスキャナミラーの振幅が変化すると、図8の構造からも明かなように、ミラーにより水平方向を走査するので、結果的に赤外線影像装置の視野が変動する。これは装置操作上で問題となり、従って、スキャナミラーの振幅を温度及び姿勢に無関係に一定になるように制御する必要がある。

【0009】図12乃至図15は上記の問題点を対策した例である。図12は従来技術の一例を説明する要部構成図であり、図13はその制御回路図である。図14は従来の他の例としての温度制御回路図であり、図15は従来のさらに他の例としての制御回路である。これらの図中、4-1及び4-2はアクチュエータとしてのソレノイドコイルであり、6は振りバネとしてのフレキシブルピボットであり、6-1はロータとしての磁性鉄片でフレキシブルピボット6に固定されており、8-1及び8-2はフレームである。この構造ではソレノイドコイル4-1及び4-2による磁界の変化により磁性鉄片6-1が振動し、スキャナミラー3-1が振動する。

【0010】図13において、9は駆動信号発生回路、10は誤差増幅回路、11はサーボアンプである。誤差増幅回路10は乗算器A-1と加算器A-2との間に接続されている。そして、振幅検知器7からの振角の検出信号と振幅指令との間で加減算を行い、さらに正弦波の駆動信号との間で乗算を行う。ソレノイド4-1及び4-2ではダイオードにより正弦波の片側のみをコイルに

4

流す。このように、図13の回路は単に誤差増幅回路10及びサーボアンプ11を経てソレノイド4-1及び4-2にフィードバックしているに過ぎない。

【0011】図14では、図12のフレーム8-1及び8-2にヒータHを巻きつけ、さらに、このフレームに温度センサSを付加した図示の温度制御回路を付加する。即ち、図13回路のサーボアンプ11の後段に抵抗からなるヒータHを設け、スキャナ等の機構部分をこのヒータで加熱して、その温度を温度センサSで検知して温度指令との間で加減算する。前述の図11に示すように温度で共振度が変化するので、この温度補償は有効である。

【0012】図15では、図13回路にさらにスキャナ共振周波数検出器12-1を有する駆動周波数制御回路12を設けている。図11のグラフにおいて駆動周波数のズレによる共振点のズレに対策するために、この共振周波数のズレをスキャナ共振周波数検出回路12-1で検知して駆動周波数指令との間で加減算し乗算器A-1に加える。

【0013】以上のような対策が従来とられているが、これらをまとめると以下の①から④になる。

①誤差増幅回路10のゲインを増大させ、システムのループゲインを増大させ、より小さな振幅誤差にて制御ができるようにする(図13参照)。

②温度変化に対する対策として、スキャナ機構の周囲温度をヒータで加熱し、或いは電子冷却して一定温度に制御する(図14参照)。

【0014】③温度変化に対する他の対策として、スキャナの共振周波数の変化に対応して、スキャナの駆動用アクチュエータに流す電流の振幅と周波数を制御し共振周波数のズレを補償する(図15参照)。

④さらに、加工上において、スキャナ共振駆動入力加工精度を向上させてミラー回転軸の同心度を向上させ、回転中心と重心位置の心ズレを減少させ、若しくは姿勢変化に対する対策としてミラーのマスバランス調整によりアンバランスモーメントを小さく抑える。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来の方法に対して以下のような問題がある。上記①では、ゲインを増大させ過ぎると、フィードバックが過大となり、その結果、制御系が不安定となり、ハンチングの増大や発振が生じる。従って、ゲインの増大にも限界がある。

【0016】上記②では、温度検知センサ、加熱用のヒータ、冷却用の電子冷却器、これらのための制御回路等が必要になり、その結果、システムの複雑化と消費電力の増大をまねく。又、姿勢変化に対する効果はない。上記③では、スキャナ駆動用アクチュエータに流す電流の振幅と周波数を制御するために、新たに共振周波数センサ及びその制御回路が必要になり、システムの複雑化をまねく。又、姿勢変化に対する効果はない。

【0017】上記④では、部品の1つ1つの加工工数及び組立に際しての調整工数が増大し、その結果コストアップをまねく。又、温度変化に対する効果はない。本発明の目的は、共振型スキャナの振幅制御において、スキャナ制御システムの低周波数領域のみループゲインを増大させることにより、温度変化及び姿勢変化に伴うスキャナの振幅変動を抑制することができ、その結果システムの複雑化を防止し、コストアップをまねくことのない共振型スキャナの駆動制御回路を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理構成図である。図示のように、本発明では乗算器Mと誤差増幅器10との間に補償回路13を設けている。この補償回路13を用いてスキャナ制御システムの低周波数領域のみループゲインを増大させることにより、温度変化及び姿勢変化に伴うスキャナの振幅変動を抑制することができ、その結果、システムの複雑化を防止し、コストアップを抑えることができる。

【0019】

【作用】本発明では温度変化に起因した振幅の変動が緩慢であることに着目し、温度変化に対する応答を早急にせず低周波数におけるゲインを増大させて応答し、その結果、温度のような緩慢な変化に対応している。即ち、本発明では後述するような補償回路を設け、温度変

$$G' = G_1 (1 + T_2' S) / (1 + (T_2' / \alpha') S)$$

となる。ここで、時定数 $T_2' = C \cdot R_2'$ 、ゲイン $G_1 = R_0 / R_1'$ 、抵抗比 $\alpha = R_0 / (R_0 + R_2')$ である。

【0022】図4において、縦軸はゲインであり、横軸は角周波数である。実線は補償回路Iのみのゲイン特性であり、点線は補償回路Iと誤差増幅回路により補正したゲイン特性である。前述のように、このゲイン特性は伝達関数Gを示している。さらに、一点鎖線は位相特性を示す。従って、点線で示す方が実際の回路の補償特性である。

【0023】実線で示すように高周波数にてゲインが低下しており、 $\alpha / T_2 \sim 1 / T_2$ の範囲の角周波数において位相が遅延する特性を持っている。従って、時定数 $T_2$ 及び抵抗比 $\alpha$ を適当に選択して補償回路Iを接続し、減衰した高周波数領域のゲインを誤差増幅回路10で補償してやれば、低周波数領域のゲインを点線で示すように上げることができる。なお、補償回路IIのボード線図を示していないが、補償回路IIは低周波数のゲインをさらに増大させることができる。

【0024】図5は補償回路Iをスキャナ制御系に接続した場合のスキャナ制御系の開ループのボード線図である。ゲイン特性において実線は補償回路Iが有る場合であり、点線は無い場合である。又、位相特性において、実線は補償回路Iがある場合であり、点線は無い場合である。点線と比較すると明らかなように、補償回路Iを

\*化に対応するように低周波数にてサーボゲインを増大するように制御する。

【0020】

【実施例】図2は補償回路の一例（補償回路I）であり、図4はこの補償回路Iのボード線図である。図2に示すように、補償回路Iは抵抗R及びコンデンサCからなる回路であり乗算器Mと誤差増幅器10と間に接続される。従って、補償回路Iの出力は誤差増幅回路10により増幅される。また、図4のグラフは補償回路Iの伝達関数を示しており、補償回路Iの伝達関数Gは、 $G = (1 + T_2) / (1 + (T_2 / \alpha) S)$ で表せる。ここで、抵抗比 $\alpha = R_1 / (R_1 + R_2)$ 、時定数 $T_2 = R_2 \cdot C$ である。図4の実線はこの伝達関数のグラフである。

【0021】図3は補償回路の他の例（補償回路II）である。この補償回路は誤差増幅回路10の前段に接続するか、誤差増幅回路そのものを本補償回路IIにより構成する。図示のように、オペアンプOPが設けられているが、誤差増幅回路10の前段に接続する時はオペアンプOPによる増幅は不要である。一方、誤差増幅回路10に代わって使用するときにはオペアンプOPにより増幅する必要がある。そして、この補償回路IIの伝達関数G'は、

接続すると高周波数領域のゲイン特性及び位相特性に影響を与えることなく、低周波数領域のゲイン特性を増大させることができる。

【0025】従って、低周波数、即ち、温度変化等の緩慢な影響に対してゲインが増大することにより、誤差を小さくする（振幅変動を小さくする）ことができる。上記の補償回路I及びIIにより、スキャナの周囲温度の変化及び緩慢な姿勢変化に対する振幅変動の抑制を容易に行うことができ、その結果、システムを複雑化し、コストアップさせることもない。なお、位相特性は点線に比べて遅れていることがわかる。

【0026】図6は本発明を適用した赤外線影像装置の要部構成図である。前述のように、背景物体OBからの赤外線エネルギーは第1のレンズ2-1で収束され、第2のレンズ2-2で平行にされ、第3及び第4のレンズで収束され、赤外線検知装置14により光信号から電気信号に変換される。電気信号は増幅器15で増幅され、ビデオ回路16で影像化され、モニターテレビ17に映される。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、赤外線影像装置に使用する共振型スキャナにおいて、システムを複雑化及びコストアップさせることなく、スキャナの周囲温度の変化及び姿勢変化に伴う振幅変動を小さく抑制することができる。即ち、図13に示す従来方

法で、全く対策をとっていない場合の温度変化及び姿勢変化に対する共振型スキャナの振幅変動は±20%程度であり、図14及び図15に示す従来方法では±5%であった。本発明では振幅変動を±5%以下に抑制することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理構成図である。

【図2】本発明の補償回路の一例（補償回路I）である。

【図3】本発明の補償回路の他の例（補償回路II）である。

【図4】図2の補償回路Iのボード線図である。

【図5】図2の補償回路をスキャナ制御系に接続した場合のスキャナ制御系の開ループのボード線図である。

【図6】本発明を適用した赤外線像装置の要部構成図である。

【図7】赤外線検知器の素子配列の説明図である。

【図8】赤外線像装置の要部構成図である。

【図9】図8に示すスキャナの詳細図である。

【図10】図9に示すスキャナミラーの振幅制御のプロック図である。

【図11】スキャナミラーの共振特性の説明図である。

【図12】従来技術の一例を説明する要部構成図であ

る。

【図13】図12構成の制御回路図である。

【図14】従来の他の例としての温度制御回路図である。

【図15】従来のさらに他の例としての制御回路である。

【符号の説明】

1-1～1-n…赤外線検知器

2-1～2-3…赤外線レンズ

3…スキャナ

3-1…スキャナミラー

4…アクチュエータ

5-1, 5-2…軸受

6…振りバネ

6-1…ロータ

7…振幅検知器

8-1, 8-2…フレーム

9…駆動信号発生回路

10…誤差増幅回路

11…サーボアンプ

12…駆動周波数制御回路

13…補償回路

【図2】

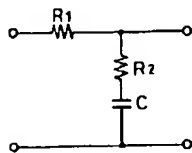
【図3】

【図7】

本発明の補償回路の一例回路図

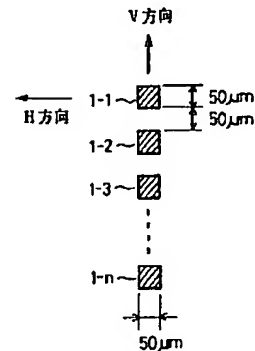
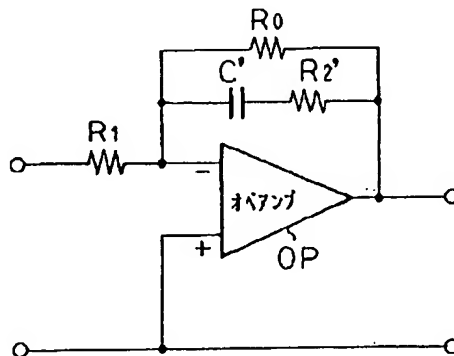
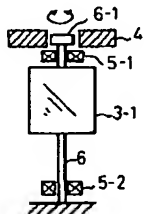
本発明の補償回路の他の例回路図

赤外線検知器の素子配列の説明図



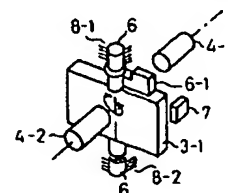
【図9】

図8に示すスキャナの詳細図



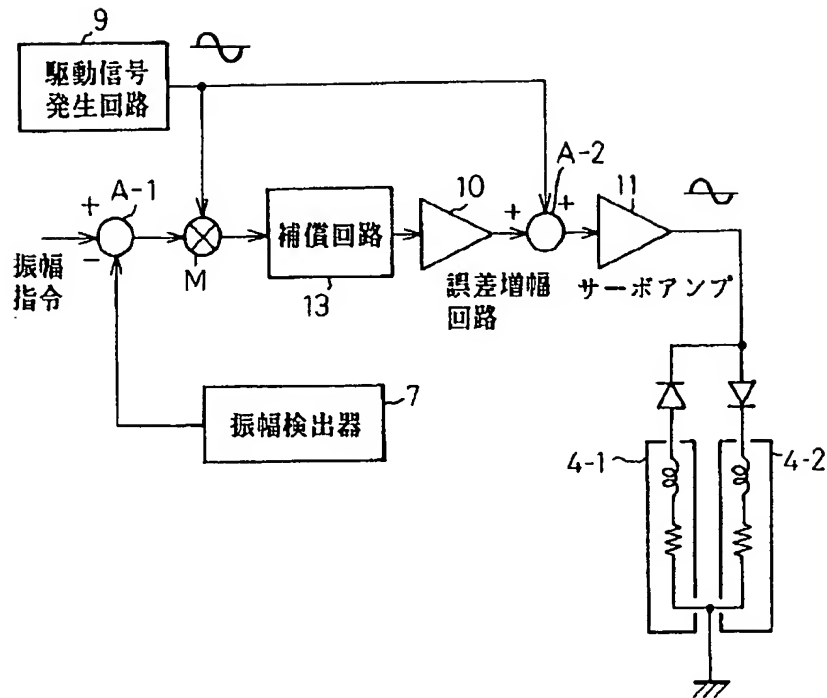
【図12】

従来技術の一例要部構成図



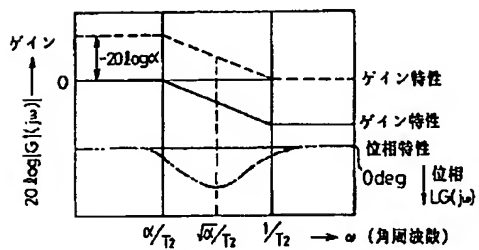
【図1】

## 本発明の原理構成図



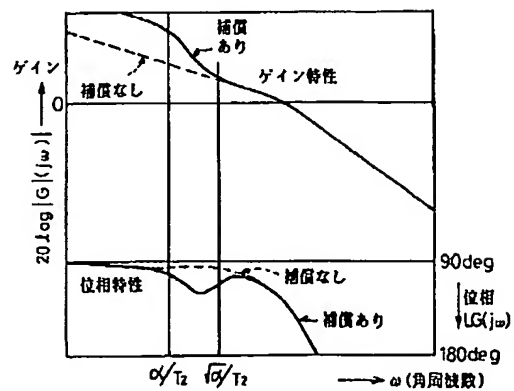
【図4】

図2の補償回路のボード線図



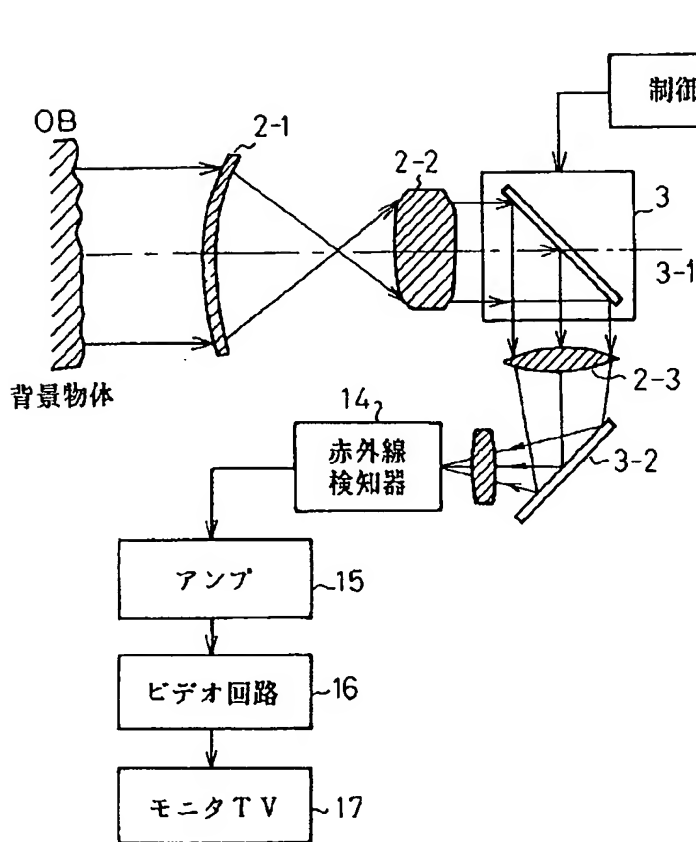
【図5】

スキナナ制御系の開ループのボード線図



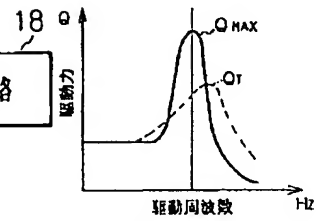
【図6】

本発明を適用した赤外線影像装置の要部構成図



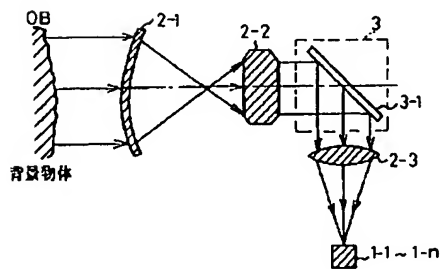
【図11】

スキャナミラーの共振特性の説明図



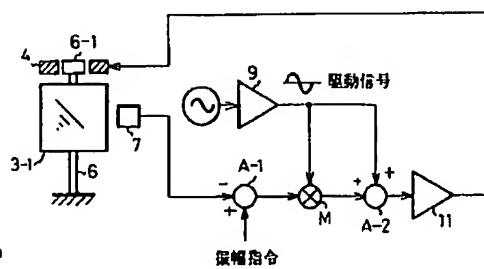
【図8】

赤外線影像装置の要部構成図



【図10】

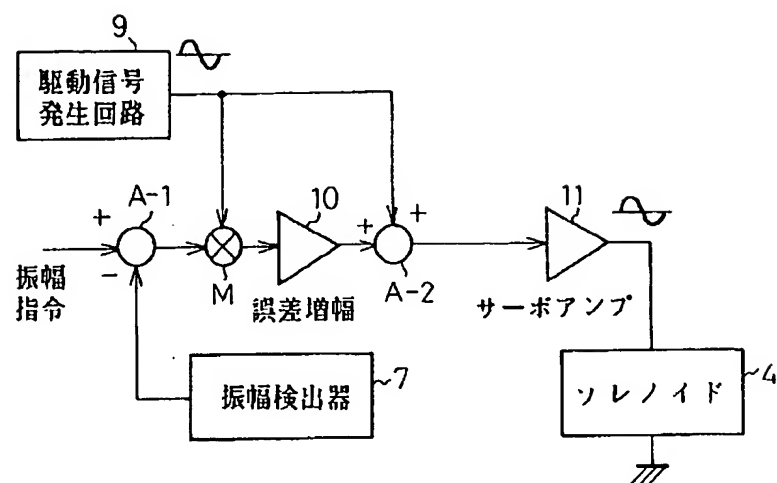
図9に示すスキャナミラーの振幅制御のブロック図





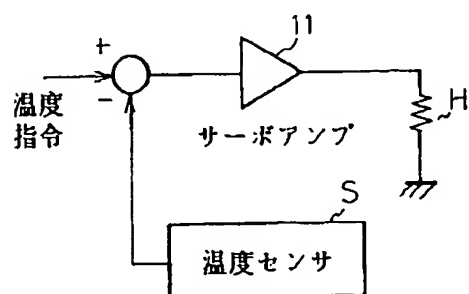
【図13】

図12構成の制御回路図



【図14】

従来の他の例としての温度制御回路図



【図15】

従来のさらに他の例としての制御回路

駆動周波数制御回路

